高感度 真空管電圧計 161A形 取扱説明書

菊水電子工業株式会社

高感度 真空管電圧計 161A形 取扱説明書

◘このたびは、菊水電子の高感度　真空管電圧計１６１Ａ形をお選びくださいまして誠にありがとうございました。
菊水電子は、常に新しい時代の要求と皆様のご意見を反映した製品企画にもとづいて、よりすぐれた製品を皆様にお届けできるように心がけております。品質・性能はもちろん、デザイン、価格等のすべてにわたって、必ずご愛用者皆様のご満足をいただけるものと信じています。

本説明書ご覧の上、皆様の実験、研究に、生産に菊水製品を十二分にご活用いただけることを念願しています。

□概 説

本機は、測定電圧の平均値に応じた指示をする　高感度の真空管電圧計で、小形、軽量に設計され、100Ｖの商用電源で動作します。

構成は、安定な負帰還増巾器にゲルマニウム・ダイオードによる全波整流形の交流電流計を組合せ、周波数5Hz～1MHzの交流電圧を測定でき、スケールは正弦波の実効値で目盛られ、１mV～500V(－60～＋56dBm）を等比（10dB）の10レンジに分割して直読することができます。

□目 次

概　　説 …… 2
仕　　様 …… 3
使 用 法　一般事項、パネル面 …… 4
　　パネル面の説明 …… 5
　　波形誤差 …… 8
　　交流電流の測定 …… 9
　　出力計としての利用法 …… 9
デシベル換算図の使用法
　　デシベル …… 10
　　ｄＢサフィックス …… 11
　　ｄＢｍ …… 11
　　デシベル換算図の使用法(第５図) …… 12
　　デシベル換算図の使用法(第６図) …… 14
保　　守　真空管の交換 …… 16
　　内部、ケースの取りはずし方 …… 17
　　校正、おもな付属品 …… 18
回 路 図 …… 19

高感度　真空管電圧計　161A 形　　仕 様

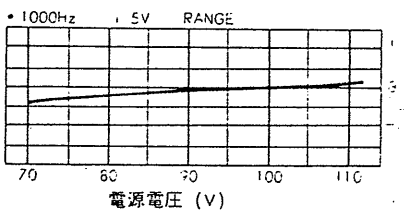
形　　式	…… 平均値指示形　高感度　真空管電圧計
電　　源	…… 100V，50/60Hz，消費電力　約21VA
寸　　度	…… 150W×200H×140Dmm
	(最大部)…… 160W×213H×186Dmm
重　　量	…… 約 3.8kg
指　示　計	… 目盛長 105mm，4色スケール、200μA
使用真空管	6AU6(T)……2
	6U8　または　6BL8……1
	6X4……1
	(SD-34 …… 2)
付　属　品	941B形　端子アダプタ……1
	取扱説明書……1
	試験成績表……1
目　　盛	正弦波の実効値および1mW，600Ω を基準にした dBm 値。
入力端子	UHF形レセプタクル および GND端子 間隔19mm(3/4″)。　(UHF形 および M形プラグのいずれにも適合します)
入力インピーダンス	各レンジ　1MΩ、……並列25pF±2pF
最大入力電圧	交流分…実効値で500V、波高値で±710V
	直流分…… ±400V
レ　ン　ジ	……10レンジ
	RMS目盛のとき　0～15/50/150/500mV
	および 1.5/5/15/50/150/500V
	dBm目盛のとき (略中央が)
	−40/−30/−20/−10/0/10/20/30/40/50dBm
確　　度	1kHzにおいて……フル・スケールの±3%
	電源電圧の±10%変動に対し
	1kHzにおいて……フル・スケールの±2%
周波数特性	7Hz～700kHz間　1kHzに対し ±10%
	10Hz～500kHz間　1kHzに対し ±5%
	20Hz～250kHz間　1kHzに対し ±3%
雑音による指示	端子を開放してフル・スケールの1%以下
出力端子	……5way形、間隔 19mm(3/4″)
出力電圧	……フル・スケールのとき…… 約2.5V
	歪　　フル・スケールのとき…… 約3%
	SN比　フル・スケールのとき…… 約35dB

□高感度 真空管電圧計 161A 形 使用法

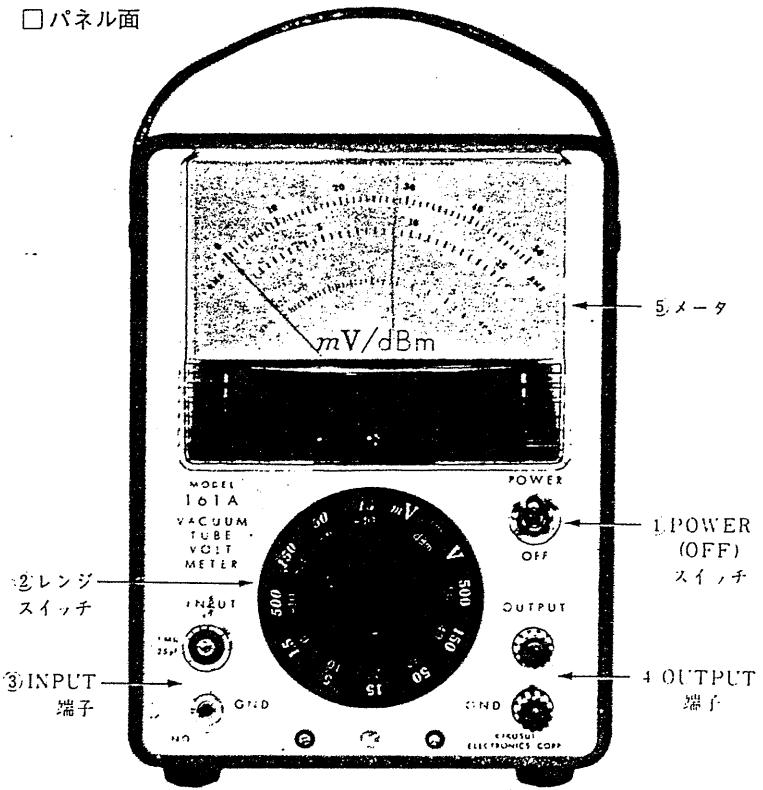
□一般事項

161A形　真空管電圧計は、50または60 Hz の交流電源 100 V で動作します。仕様および第1図のように、電源電圧が広範囲に変化しても、ほとんど誤差を発生しませんが、寿命の点から　なるべく100 V ± 5 V の電源でご使用ください。

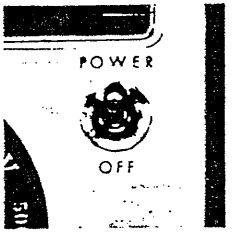
第 1 図



□パネル面



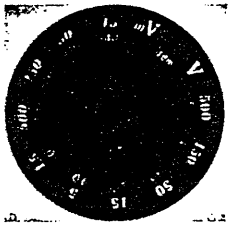
□パネル面の説明



① POWER (OFF) スイッチ

電源を開閉するスナップ・スイッチで、上方に倒すと電源が入り、レンジ・スイッチのダイアルが照明されます。スイッチを入れて約10～20秒間は、メータの指針が不規則に振れることがあります。

また、スイッチを「OFF」に倒すと電源が切れ、10数秒間メータの指針が不規則に振れることがあります。



② レンジ・スイッチ

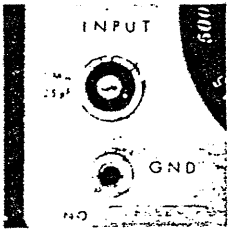
パネル中央の黒いダイアルで、ダイアル上の数字と文字はつぎのような意味を持っています。

外側　フル・スケール電圧を表わしています。
　　橙色の数字は　mV(=1/1000V)
　　白色の数字は　V

内側　ほぼ中央のdBm値(後記) を表わしており、赤色です。

レンジ・スイッチは、時計方向に回すと高電圧レンジとなり、反時計方向に回すと低電圧レンジになります。

測定は、本機に無用の過負荷を与えないように、最高電圧レンジからはじめ、メータの指示に応じて順次低電圧レンジに切換えてください。



③ INPUT端子

測定電圧を接続する入力端子で、UHF 形のレセプタクルとGND (グランド) 端子に分かれています。

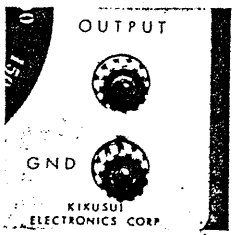
接続は、UHF形(5/8″－24)またはM形(16φ－1P)のプラグか、標準（間隔3/4″＝19mm）の双子バナナ・プラグのご使用が便利です。　そのほか、レセプタクルの中心導体にはバナナ・プラグが使用でき、また付属品の「941B形 端子アダプタ」を挿入して、GND 端子と同じようにバナナ・プラグ，スペード・ラグ，アリゲータ・クリップ，2mmチップ および2㎜以下の導線を接

続することができます。

レセプタクルの外側導体　および　ＧＮＤ端子は、本体のパネル　および　シャッシと電気的に接続されています。

INPUT端子は、動作電圧600Ｖのオイル・コンデンサで直流分が増巾回路に入らないようにしてあります。

入力容量は各レンジ一定で、25pF±2pF　に調整してあります。



④ OUTPUT端子

本機は増巾器として使用するときの出力端子です。接続は、「941B形　端子アダプタ」と同じように、バナナ・プラグ、スペード・ラグ、アリゲータ・クリップ、2㎜チップ　および　2㎜以下の導線を使用できますが、標準の双子バナナ・プラグが便利です。

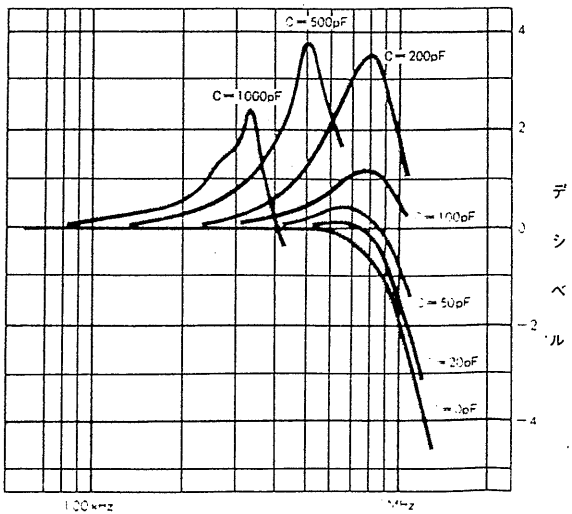
OUTPUT端子は、本機を電圧計として使っているときでも利用できますが、負荷インピーダンスが低いと、つぎのような支障があります。

抵抗分　抵抗分が小さいときは、入力・出力端子間の低域の周波数特性が劣化しますが、入力端子とメータ間は、ほとんど変化しません。

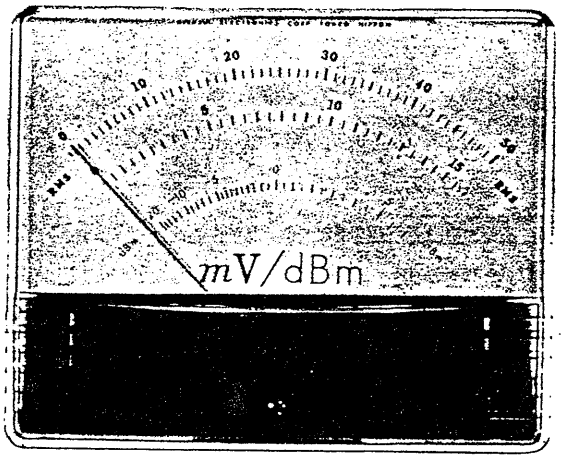
容量分　負荷容量値によって、入力端子とメータ間　および　出力端子間の高域周波数特性がはなはだしい変化をします。第2図はその一例ですが、この特性変化は製品個々により、また電源電圧により多少の変化があります。

OUTPUT端子は、メータがフル・スケールのときに約2.5Ｖの出力電圧となります。　また、本機の負帰還回路は、メータに流れる電流の直線性を改善するようにはたらくため、OUTPUT　端子の　出力電圧は　歪みとS/N比が劣化してきます。

第　2　図



⑤メータ スケール



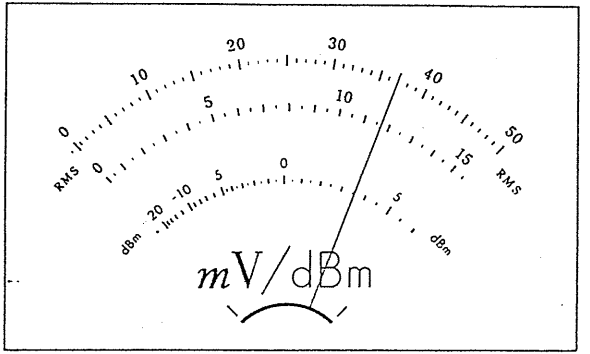
本機のメータは、つぎの三種類の目盛があります。外側より説明しますと

1.「50目盛」 50/500mV および 5/50/500V レンジのとき使用し、目盛の「50」は、50mV レンジでは 50 mV, 500 V レンジでは 500V を意味しています。

例

「5 V レンジ」で50目盛上の 37 を指示すれば、測定電圧は 3.7 V で、「500 mV レンジ」で この指示のときは 370mV＝0.37V となります。（第 3 図参照）

第 3 図



2.「15目盛」 15/150mV, および 1.5/15/150V レンジのとき使用し、目盛数字の意味は「50目盛」と同じです。

3.「dBm 目盛」測定電圧を 1 mW、600Ω を基準にとった dBm で読みとるときに使用し、−40〜50dBmの10レンジとも同一目盛を使用します。 dBm のほぼ中央にある

「0」がレンジの各レベルを表わしていますから、目盛の読みにレンジの示す dBm 値を加えたものが測定値になります。

例

① 「30dBm(50V)」でdBm 目盛の5.5 を指示したときは　　5.5+30=35.5dBm

② 同じ電圧を「40 dBm(150V) レンジ」で測定すると、指示は−4.5dB となり
　　−4.5+40=40−4.5 = 35.5dBm

③ 「−20dBm(150V) レンジ」で 3 dBmの指示を得たときは　　3+(−20)=3−20 = −17 dBm

④ 同じ電圧を「−10dBm(500mV) レンジ」で測定すると、指示は−7 dBmとなり
　　−7+(−10)=−(7+10)=−17dBm

なお、dBm については11頁に記載してあります。

□波形誤差

本機は、測定電圧の平均値に比例した指示をする「平均値指示形」の電圧計ですが、目盛は正弦波で校正してあります。このため、測定電圧に歪があると、正しい実効値を指示せず、誤差を発生することがあります。

第 1 表は、この関係を表わしたものです。

第 1 表

測定電圧の波形	実効値	本機の指示
振巾 100％の基本波	100 %	100 %
100%基本波+10% 第 2 高調波	100.5 %	100 %
〃 +20% 〃	102 %	100～102 %
〃 +50% 〃	112 %	100～110 %
100%基本波+10% 第 3 高調波	100.5 %	96～104 %
〃 +20% 〃	102 %	94～108 %
〃 +50% 〃	112 %	90～116 %

□交流電流の測定

本機で交流電流を測定するには、測定する交流電流Ｉを既知の無誘導抵抗Ｒに流し、その両端の電圧Ｅを本機で測定し

$$I = E / R$$

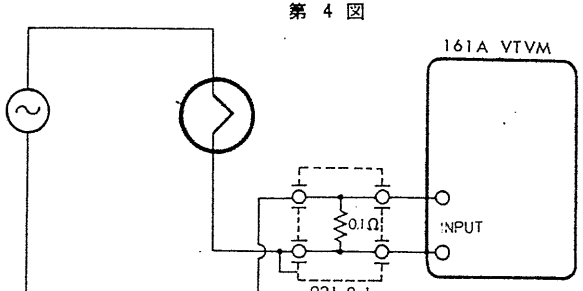
より Ｉを計算します。このとき、本機の入力端子は片端が接地されていることにご注意ください。

別註の付属品 921形シャント抵抗は、この測定に便利な標準抵抗で、0.1Ω、1Ω，10Ω，100Ω，および 1000Ω，が用意され、このほかに、4Ω，8Ω，15Ω および 600Ω があります。いずれも、本機の入力端子にバナナ・プラグを挿入して使用することができます。

例

真空管のヒーター電流（公称6.3V，0.3A）を測定する場合。

第 4 図



標準抵抗として、抵抗値 0.1Ω の921－0.1 形 シャント抵抗を使用し、第４図のような接続により本機の指示を読み、29mV を得たとすれば、

$$I = \frac{29\times10^{-3}}{0.1} = 290\times10^{-3}\,A = 290\,mA$$

を求めることができます。

□出力計としての利用法

あるインピーダンスＸの両端に印加されている電圧Ｅを測定すれば、インピーダンスＸ内の皮相電力 VA は

$$VA = E^2/X$$

で求めることができます。　このとき、インピーダンス Ｘが純抵抗 Ｒであれば、Ｒ内で消費された電力 Ｐは

$$P = E^2/R$$

となります。

本機は、dBm 目盛があるので、別項のように R＝600 Ω のときは、そのまま電力を読みとることができます。

また、第５図（12頁）と第６図（15頁）のデシベル換算図を使用すれば、負荷抵抗が１Ω～10kΩ の場合でも、図より得た一定の数値を加算して電力をデシベルで読みとることができます。

921 形シャント抵抗には、常用されているスピーカのボイスコイル・インピーダンスと同じ抵抗値の４Ω、８Ω、15Ω があり、小容量（0.3W)* の負荷抵抗として利用することができ、本機を出力計として利用することができます。

*使用抵抗は、ＲＤ１ＰＸ形(炭素皮膜抵抗、Ｘ級１ワットＰ形)

□デシベル

ベル（B）は、対数を使用する基本的計算で、比較する二つの電力量の比を10を底とする常用対数で表わしたもので、デシベル（dB）は、単位Bの1/10で、1/10を表わす小文字dを付し、つぎのように定義されます。

$$dB = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

つまり、電力P_2が電力P_1に対し、どの程度の大きさになっているかを常用対数の10倍で表わしています。

このとき、P_1とP_2が存在している点のインピーダンスが等しければ、電力の比は、一般的に電圧または電流の比を表わし、

$$dB = 20 \log_{10} \frac{E_2}{E_1}$$

$$dB = 20 \log_{10} \frac{I_2}{I_1}$$

で表わすことができます。

□dBサフィックス

デシベルは、上記のように電力量の比較で定義されたものですが、相当以前から、デシベルの意味を拡張して解釈し、習慣的に、一般の数値の比を常用対数的に表示し、これをデシベルの名で呼んでいます。

例えば、ある増巾器の入力電圧が10mVで、出力電圧が、10Vであれば、その増巾度は10V / 10mV = 1000倍ですが、これを

$$\text{増巾度} = 20 \log_{10} \frac{10\,\text{V}}{10\,\text{mV}} = 60\ (\text{デシベル})$$

となり、またRFの標準信号発生器では、出力電圧を表示するのに、その出力電圧が、1μV に対し何倍であるかをデシベル的に表わし、10mVは

$$10\,\text{mV} = 20 \log_{10} \frac{10\,\text{mV}}{1\,\mu\text{V}} = 80\ (\text{デシベル})$$

としています。

このようなデシベル表示をするときには、基準、つまり0 dB を明らかにしておく必要があります。

例えば、上記の信号発生器の出力電圧は、

10mV = 80dB (μV) とし、0dB に相当する量を( ) の中に記入しておきます。

□dBm

dBm は dB(mW) を略したもので、1mWを0dBとして、電力比を表わすデシベルですが、普通、その電力の存在する点のインピーダンスが600Ω であることをも含めている場合が多く、この場合は、dB(mW, 600Ω)が正しい記号になります。

前記のように、電力とインピーダンスが定められれば、デシベルは電力と同時に電圧と電流をも表示することができ、dBm は、つぎの諸量が基準になっています。

0 dBm = 1 mW または 0.775V か 1.291mA

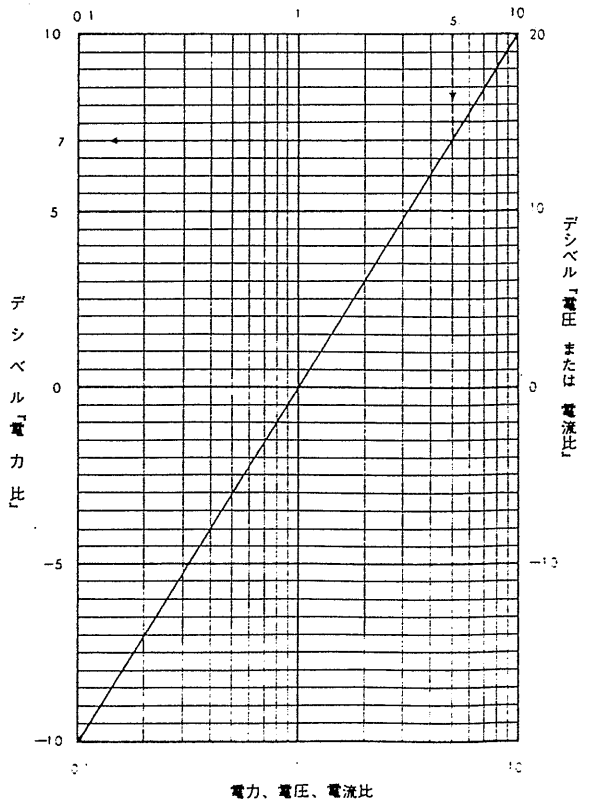
本機のデシベル目盛は、このような dBm 値で目盛ってあるため、「1mW, 600Ω」以外を基準にとったデシベルの測定は、本機の指示値を換算しなければなりません。

この換算は、対数の性質から、一定の数値を加算すればよく、第5図(12頁)と第6図(15頁)を使用します。

□デシベル換算図の使用法（第5図）

デシベル換算図は、数量の比をデシベル的に表わすときに使用する図で、比較する量が電力（または、それ相当）か、電圧、電流であるかによって読みとる尺度が変ります。

第 5 図



例

① 1mWを基準にして5mWは何デシベルか。

これは電力比なので、左側の尺度を使用します。5W/1mW＝5を計算し、図中の点線のように7dB(mW)を得ます。

② 同じく1mWを基準にして、50mWおよび500mWは何デシベルか。

比が0.1倍以下　および　10倍以上のときは第2表の関係を利用して加算によってデシベルを求めます。

50 mW＝5 mW×10＝7＋10＝17dB

500mW＝5 mW×100＝7＋20＝27dB

③ 15mVはdB(V)ではいくらか。

1Vを基準にしているので、まず15mV/1V＝0.015を計算し、電圧電流尺度を使用して、

0.015＝1.5×0.01＝3.5＋(−40)＝−36.5dB(V)

あるいは、この逆算として、1V/15mV＝66.7

66.7＝6.67×10＝16.5＋20＝36.5　∴−36.5dB(V)

第　2　表

比		デシベル	
		電力比	電圧・電流比
10000	$=1\times10^{4}$	40 dB	80 dB
1000	$=1\times10^{3}$	30 dB	60 dB
100	$=1\times10^{2}$	20 dB	40 dB
10	$=1\times10^{1}$	10 dB	20 dB
1	$=1\times10^{0}$	0 dB	0 dB
0.1	$=1\times10^{-1}$	−10 dB	−20 dB
0.01	$=1\times10^{-2}$	−20 dB	−40 dB
0.001	$=1\times10^{-3}$	−30 dB	−60 dB
0.0001	$=1\times10^{-4}$	−40 dB	−80 dB

□デシベル換算図の使用法（第6図）

第6図は、本機で測定したdBm 値から電力を求めるときに使用する図表です。

例

① スピーカーのボイスコイル・インピーダンスが8Ωで、この両端の電圧を本機で測定したところ、−4.8dBmの指示を得た。スピーカに送られた電力(正しくは皮相電力)は何Wか。

第6図を使用して8Ωに対する加算値を図中の点線のように＋18.8を求め、指示値との和がdB(mW, 8Ω)で表示した電力になります。

dB(mW, 8Ω)＝−4.8＋18.8＝＋14

この14dB(mW, 8Ω)をワットに換算するには、第5図(12頁)を使用し、14dB(mW, 8Ω)→25mW

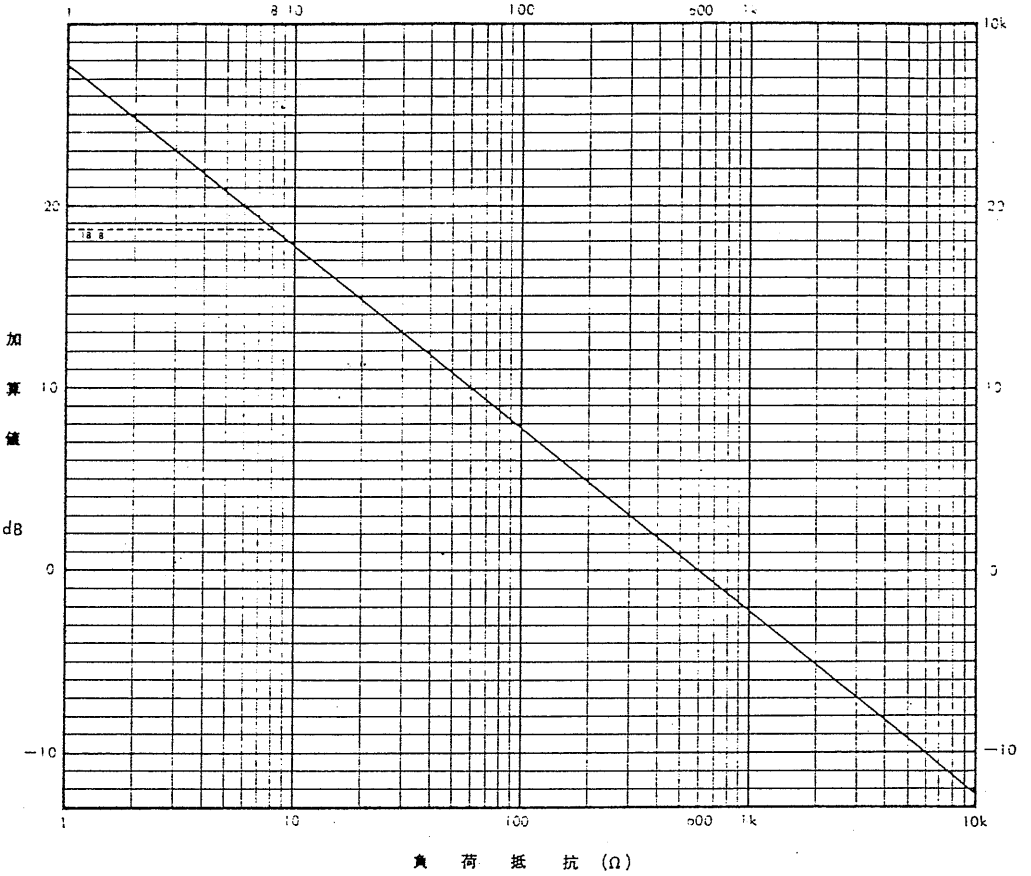
② 10kΩ の負荷に1Wの電力を供給するには、何Vの電圧を印加すればよいか、

1W は 1000mWですから30dB(mW) になり、30 dB(mW, 10kΩ) の電圧を計算すればよいわけです。

第6図より、600Ω ― 10kΩ の加算値を求めると、−12.2ですから、本機の指示は、dB(mW, 600Ω)目盛上の30−(−12.2) ＝42.2 でなければなりません。

本機の40dBmレンジ(0～150V)上に、42.2－40＝2.2dBmを指示させる電圧が求める答で、42.2 dBm ＝100 Vとなります。

第 6 図



□真空管の交換

本機は、つぎの4本の真空管を使用しています。

V1　6AU6　　カソードホロワー
V2　6AU6　　増巾
V3　6U8または6BL8　増巾
V4　6X4　　整流
検波器としてSD-34　2本

これらの真空管のうち、V1の6AU6は低雑音用を使っており、その他の真空管も充分エージングしたものを使用しています。

真空管が劣化しますと、第3表のような種々の支障を生じます。真空管を交換した場合は、再調整をおこなってください。すなわち、感度調整のRV1 10Ωとハムバランサー RV2 100Ωを、調整方法を参考にして調整してください。

修理は、当社で最短の日時と最少の費用でお引受けいたしますのでお問合せください。なお、輸送に際しては、完全な包装による事故防止にご協力いただくようお願いいたします。包装には、出荷時の段ボール等をご利用されることをおすすめいたします。

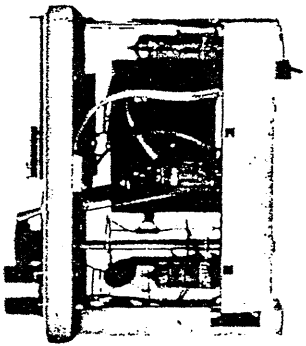
第 3 表

真空管	原　因	結　　果
V1 6AU6 カソード ホロワ	雑音の増加	その雑音分がメータ指示にも現われ、指針が不規則に振らつき、出力端子をオシロスコープで観測すると雑音がわかります。
V2 6AU6増巾	gmおよびエミッション低下	指示が減少し、周波数特性も悪くなります。
V3 6U8 または6BL8 増巾、三極管 カソードホロワ	gmおよびエミッション低下	指示が減少し、周波数特性も悪くなります。
V4 6X4	エミッション低下	B電圧が下って、感度および周波数特性がさがります。
検波器の SD-34 2本	バランスおよび性能低下	メータ指示の直線性が悪くなります。

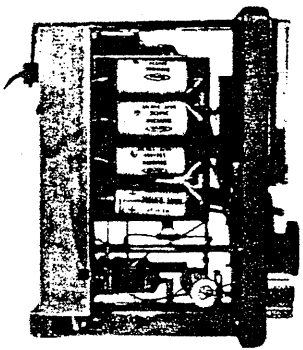
※なお、SD-34を交換する場合には、特性のあったものを2本、同時に交換してください。

□内 部

● 左側面

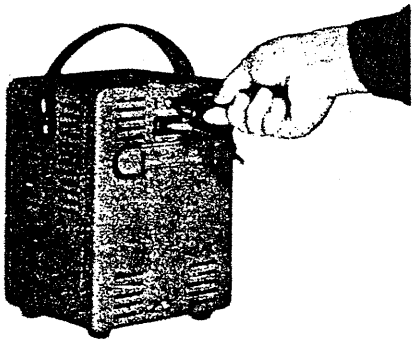


● 右側面



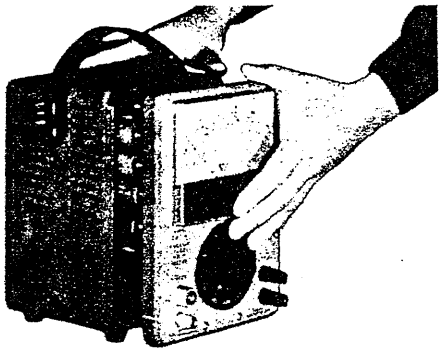
□ケースの取りはずし方

1



● 裏面の二ヶ所のプラスネジをはずします。

2



● パネル面を前方へひきだします。

□校 正

特に精密な測定をされるとき、 長時間ご使用になるとき あるいは、真空管その他の部品を交換されたときは、つぎの方法で校正します。

校正のときに使用する標準器は、直接校正確度を決定しますから、充分高確度なものを選定してください。

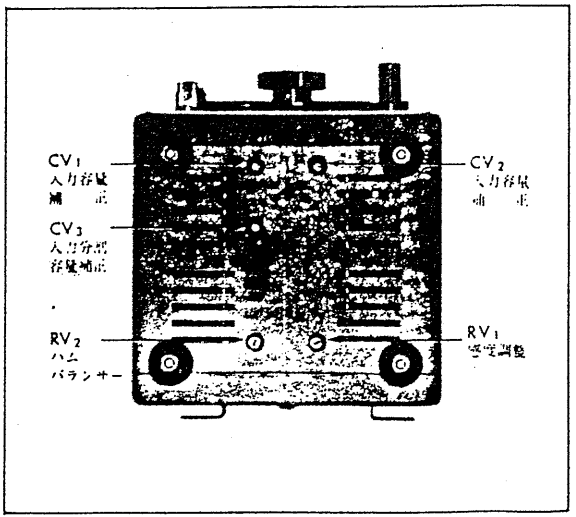
●準備　本機のメータと標準器の機械的ゼロを調整し、校正を始める30分以上前に動作を開始します。 商用電源電圧100Vは、校正中一定に保ってください。

●ハムバランス　本機の「15mVレンジ」で、出力端子にオシロスコープを接続し、オシロスコープ上に現われている電源波形の振巾が最小になるようにハムバランサー RV2 を調整してください。

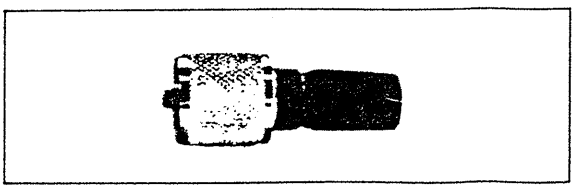
●感度調整　「1.5Vレンジ」で校正します。標準器の出力は、歪の含有率の少ない正弦波 1000Hz または 400Hz で 1.5 Vを本機に印加し、本機の 1.5Vフルスケールに指針が合うように感度調整の RV1 を調整してください。

各レンジに対しては、本機の指示に対する標準器の指示を記録しますが、回路 および その定数に異常がなければ、「1.5Vレンジ」の校正で全レンジとも仕様に合格します。

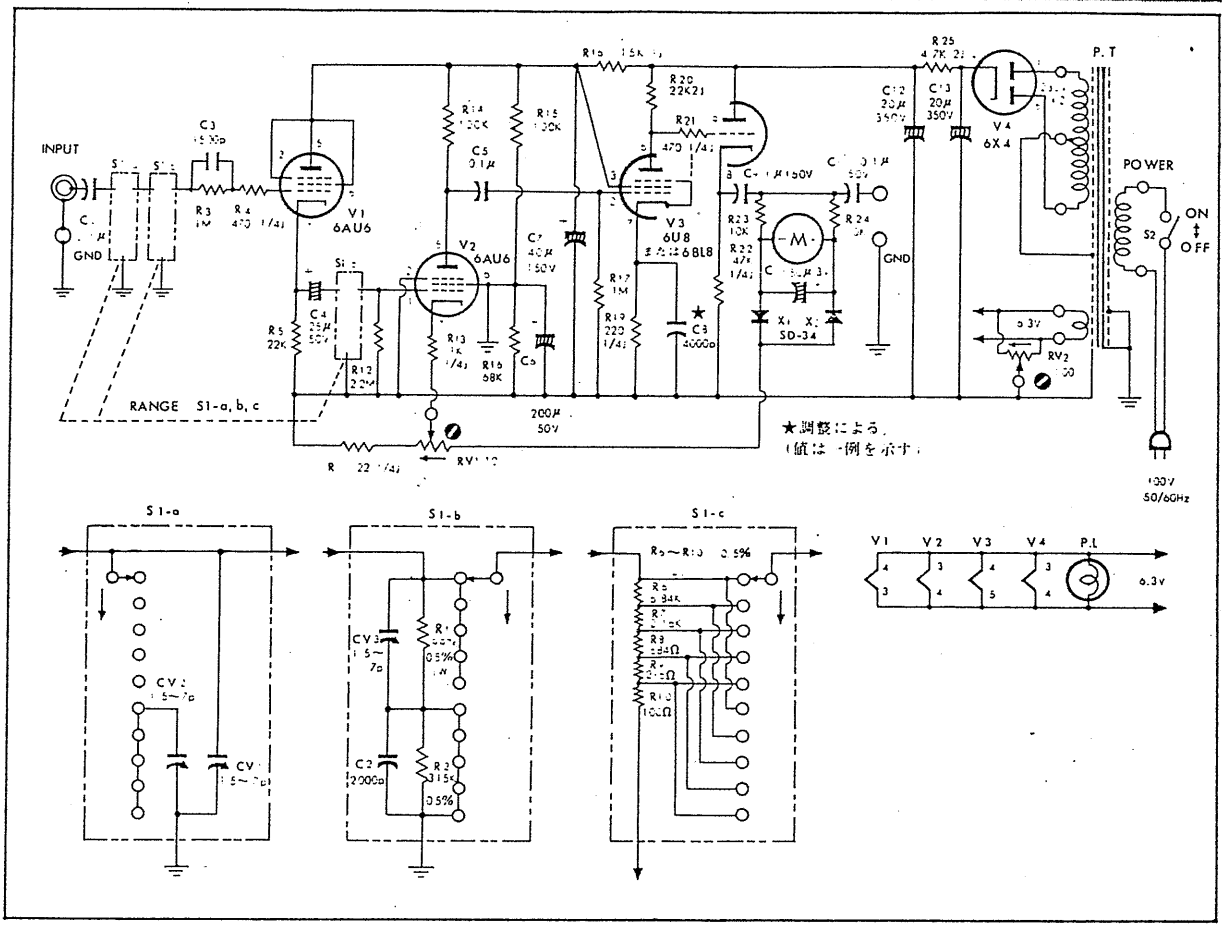
□底 面



□おもな付属品　941B形端子アダプタ…… 1



□高感度 真空管電圧計 161A形 回路図 (第7図)



菊水電子工業株式会社

■直定管電圧計 ■オシロスコープ ■[illegible]
■低周波発振器 ■方形波発生器 ■直流安定化電源■

6704-1K-S1.